

PENYIMPAN ENERGI MATAHARI DENGAN SUSUNAN BATU KERIKIL

Oleh : Siti Asiati, M. Pardede, Rukmi Hidayati *)
Obay Sobari **)

RINGKASAN

Pada penelitian penyimpan energi matahari ini dipakai kolektor pelat datar dengan medium penyimpan batu kerikil $\emptyset 2\frac{1}{2}$ cm, $\emptyset 1$ cm, $\emptyset 0,5$ cm dan fluida pembawa panasnya udara. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa penyimpan dengan medium batu kerikil $\emptyset 1$ cm mempunyai efisiensi paling tinggi.

1. PENDAHULUAN

Dalam upaya memanfaatkan energi matahari setiap saat, maka dilakukan penelitian penyimpanan energi matahari dengan medium penyimpan batu kerikil. Batu kerikil dipilih sebagai medium penyimpan karena mempunyai sifat-sifat yang baik sebagai berikut :

- Koefisien perpindahan panas antara udara dan bahan padat tinggi
- Harga dari bahan-bahan penyimpan murah
- Konduktivitas dari susunan kerikil rendah ketika aliran udara tidak ada
- Selisih temperatur antara kerikil dan udara kecil baik pada waktu penyimpanan maupun pengambilan panas.
- Pemasangannya mudah.

Kegunaan energi yang disimpan

Energi yang disimpan dengan cara ini dapat digunakan :

- Untuk pengering padi, coklat, tembakau dan lain-lain
- Untuk pemanas rumah
- Untuk menggerakkan 'Air Condition' (AC), refregerator dan lain-lain.

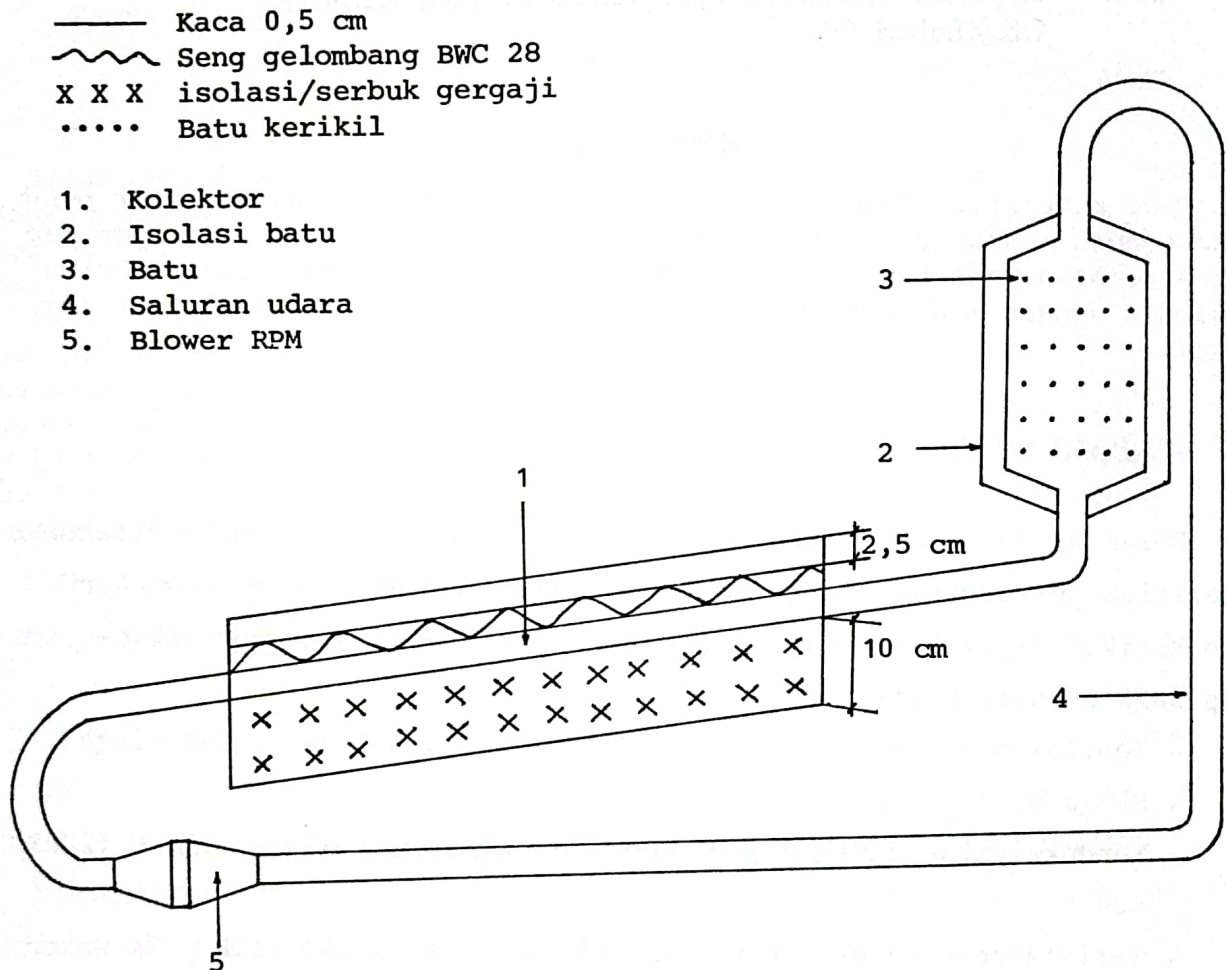
*) Staf Kelompok Penelitian Konversi Energi.

***) Staf Kelompok Penelitian Gravitasi dan Medan Magnet Bumi.

2. ALAT UNTUK PENELITIAN

- a. Kolektor plat datar
- b. Penyimpan dengan medium batu kerikil
- c. Termometer digital
- d. Pompa udara (blower).

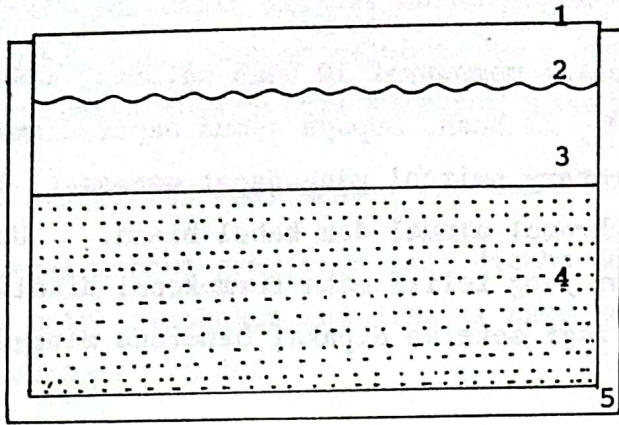
Susunan peralatan dapat dilihat diskema (gambar 2-1).



Gambar 2-1 :

2.1 KOLEKTOR PLAT DATAR

Ukuran kolektor 75 x 180 cm. Bahan plat seng gelombang, dicat hitam. Cat yang dipakai merk Pylox. Kolektor diberi selubung kaca, jarak antara kaca selubung dan plat (seng) 2½ cm. Jarak antara plat dan dasar kolektor 2½ cm. Dasar kolektor dibuat dari plat esser. Bagian bawah dan samping kolektor diberi isolasi serbuk gergaji setebal 10 cm.

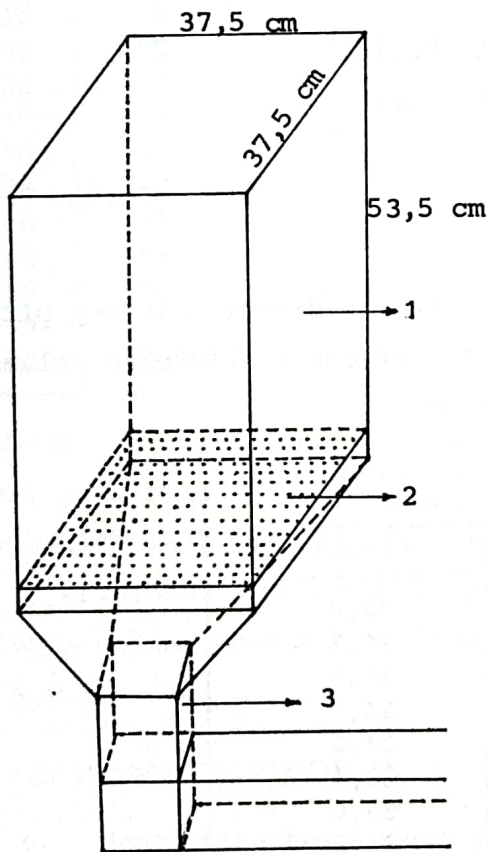


1. Kaca selubung
2. Seng gelombang
3. Plat esker
4. Serbuk gergaji
5. Triplek

Gambar 2-2

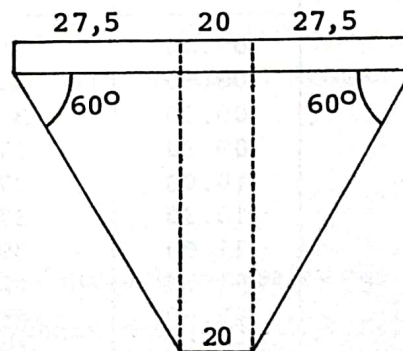
2.2 PENYIMPAN DENGAN MEDIUM BATU KERIKIL

Tempat batu kerikil dibuat dari plat esker (dapat dilihat di gambar 2-3).



1. Tempat timbunan kerikil
2. Lubang-lubang pemasukkan udara
3. Saluran udara panas dari kolektor

Isolasi dibagian samping, atas dan bawah penyimpan panas adalah serbuk gergaji, tebal isolasi 10 cm. Saluran udara panas dari kolektor diisolasi glass wool setebal 5 cm. Sambungan saluran udara dan kolektor dibuat dari plat esker, bentuknya seperti gambar 2-4.



Gambar 2-3

Gambar 2-4

2.3 TERMOMETER DIGITAL

Termometer digital yang dipakai mempunyai 10 buah saluran, sedang temperatur yang diamati sebanyak 18 buah. Supaya semua dapat diamati maka satu saluran dihubungkan 'rotary switch' yang dapat mengamati 10 temperatur. Kabel yang dipakai chromel alumel dan kabel biasa. Untuk mendapatkan pengamatan temperatur yang teliti maka termokopel dikalibrasi sebelum dipakai dan dikalibrasi lagi setelah dipakai beberapa minggu.

2.4 POMPA UDARA (BLOWER)

Untuk mengalirkan udara panas dari kolektor ke penyimpan digunakan bantuan pompa udara. Untuk dua penyimpan dipasang satu pompa udara.

3. HASIL PENELITIAN

Dilakukan beberapa kali percobaan dengan variabel:

1. Selubung kolektor
2. Macam medium penyimpan : - batu kerikil
- bata merah
3. Ukuran medium penyimpan

3.1 VARIABEL SELUBUNG KOLEKTOR

Kolektor A diberi selubung kaca, kolektor B diberi selubung plastik. Penyimpan diisi batu kerikil ukuran $2\frac{1}{2}$ cm. Percobaan dilakukan selama 15 hari. Hasil penelitian temperatur penyimpan :

Pukul	Temperatur °C	
	Kaca	Plastik
08.00	34,8	30,0
08.30	33,4	31,3
09.00	38,1	36,5
09.30	37,0	34,7
10.00	37,7	34,5
10.30	37,8	33,1
11.00	39,7	33,6
11.30	42,2	34,8
12.00	45,8	34,0
12.30	49,0	33,6
13.00	52,1	34,0
13.30	55,4	36,3
14.00	59,6	37,2

Hasil ini dapat dilihat dalam grafik-1. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dengan selubung kaca lebih baik dari pada selubung plastik, untuk selanjutnya kolektor diberi selubung kaca.

3.2 MACAM MEDIUM PENYIMPAN

Macam medium penyimpanan yang dicoba adalah batu kerikil dan bata merah, untuk perobahan ini dipakai batu kerikil diameter $2\frac{1}{2}$ cm dan bata merah diameter $2\frac{1}{2}$ cm.

Hasil percobaan.

PUKUL	Penyimpan medium batu kerikil			Penyimpan medium batu merah		
	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.
08.00	36	26	214,2	30	26	48,6
08.30	36	26	214,2	32	26	72,9
09.00	35	26	192,78	33	26	85,05
09.30	36	27	192,78	35	27	97,2
10.00	37	27	214,2	37	27	121,5
10.30	39	27	257,04	39	27	145,8
11.00	42	27	321,3	42	27	182,25
11.30	44	27	364,14	43	27	194,4
12.00	47	28	406,98	44	28	194,4
12.30	51	28	492,66	46	28	218,7
13.00	54	28	556,92	47	28	230,85
13.30	57	28	599,76	46	28	218,7
14.00	58	28	642,6	49	28	255,15

Percobaan dilakukan dari 3 Desember 1982 sampai dengan 10 Januari 1983, radiasi rata-rata $467,4 \text{ cal/cm}^2$ hari. Panas yang diterima kolektor selama 6 jam adalah 1577,48 kcal. Efisiensi penyimpanan dengan medium batu kerikil 40,7 %. Efisiensi penyimpanan dengan medium bata merah 14,3 %. Ternyata penyimpanan dengan medium batu kerikil lebih baik daripada dengan medium bata merah.

3.3 UKURAN MEDIUM PENYIMPAN

1. Penelitian berikutnya dilakukan dengan bermacam-macam ukuran batu kerikil. Pertama dilakukan percobaan dengan batu kerikil diameter $2\frac{1}{2}$ cm dan 1 cm.

Hasil percobaan

PUKUL	Penyimpan medium batu kerikil diameter 1 cm			Penyimpan medium batu kerikil diameter 2½ cm		
	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.
08.00	39	27	257,04	35	27	171,36
08.30	38	27	235,62	35	27	171,36
09.00	37	27	214,2	35	27	171,36
09.30	38	28	214,2	35	28	149,94
10.00	41	27	299,88	35	27	171,36
10.30	44	28	342,72	36	28	171,36
11.00	48	28	428,4	37	28	192,78
11.30	53	28	535,5	37	28	192,78
12.00	58	27	664,02	39	27	257,04
12.30	62	27	749,7	40	27	278,46
13.00	65	28	792,54	42	28	299,88
13.30	66	28	813,96	43	28	321,3
14.00	70	28	899,64	44	28	342,72

Percobaan dilakukan 28 Oktober sampai dengan 30 Nopember 1982, radiasi rata-rata = $431,8 \text{ cal/cm}^2$ hari. Panas yang diterima kolektor selama 6 jam sebesar 1457,33 kcal. Efisiensi penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 1 cm adalah 61,73 %. Efisiensi penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 2½ cm adalah 23,5 %. Ternyata penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 1 cm lebih baik daripada penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 2½ cm.

2. Penelitian penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 1 cm dan diameter 0,5 cm.

Hasil percobaan (lihat halaman berikut)

Percobaan dilakukan 27 Januari sampai dengan 28 Pebruari 1983, radiasi rata-rata $438,7 \text{ cal/cm}^2$ hari. Panas yang diterima kolektor selama 6 jam sebesar 1480,61 kcal. Efisiensi penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 1 cm adalah 59,32 %. Efisiensi penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 0,5 cm adalah 34,72 %. Ternyata penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 1 cm lebih baik dari pada penyimpanan dengan medium batu kerikil diameter 0,5 cm

Hasil percobaan-.....

Hasil percobaan

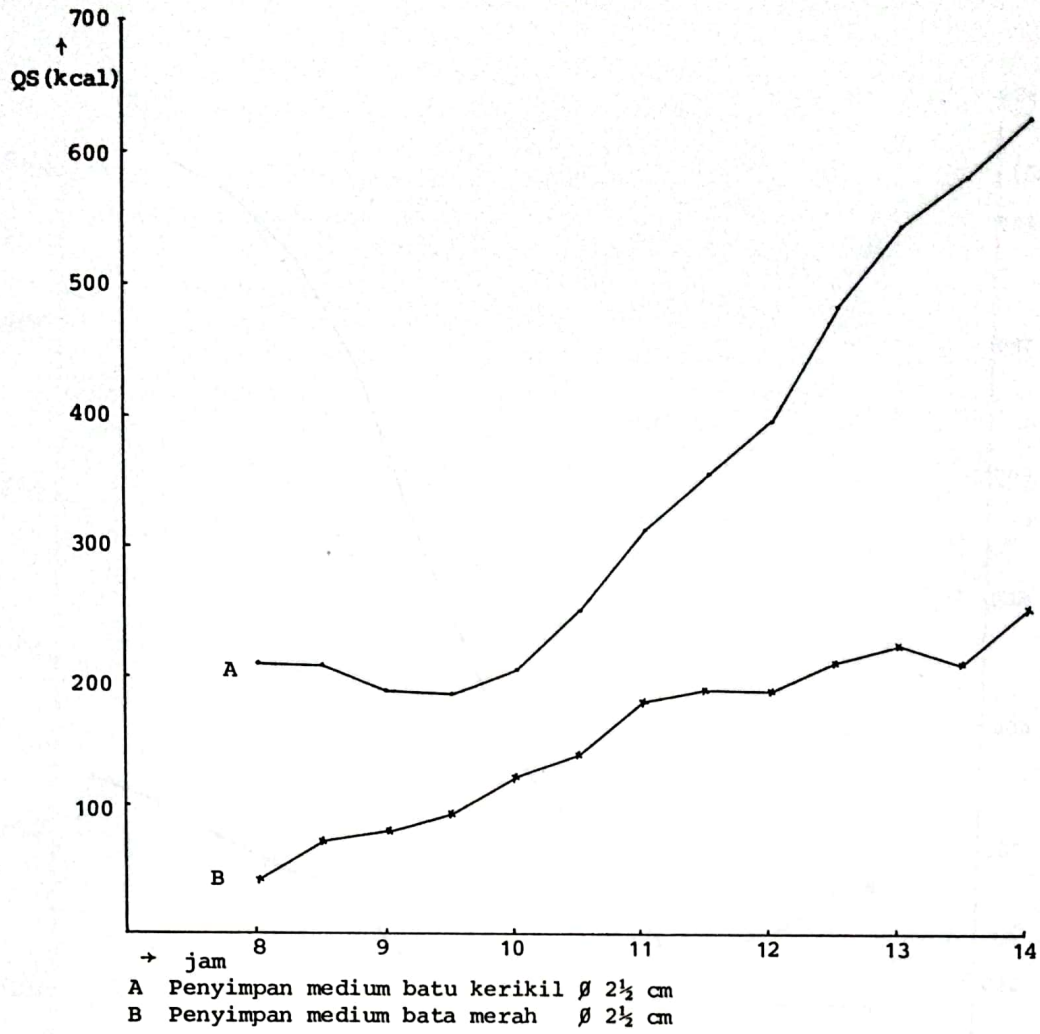
PUKUL	Penyimpan medium batu kerikil diameter 1 cm			Penyimpan medium batu kerikil diameter 0,5 cm		
	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.	T _{penyimpan} (°C)	T _{sekitar} (°C)	panas yang disimpan (Q _s) kcal.
08.00	37	27	214,2	29	27	42,84
08.30	36	27	192,78	29	27	42,84
09.00	36	27	192,78	30	27	64,26
09.30	36	27	192,78	34	27	149,94
10.00	38	27	235,62	36	27	192,78
10.30	41	27	299,88	37	27	214,2
11.00	45	27	385,56	38	27	235,62
11.30	51	27	514,08	42	27	321,3
12.00	56	27	621,18	44	27	364,14
12.30	58	27	664,02	47	27	428,4
13.00	61	27	728,28	49	27	471,24
13.30	66	27	835,38	50	27	492,66
14.00	68	27	878,22	51	27	514,08

4. KESIMPULAN

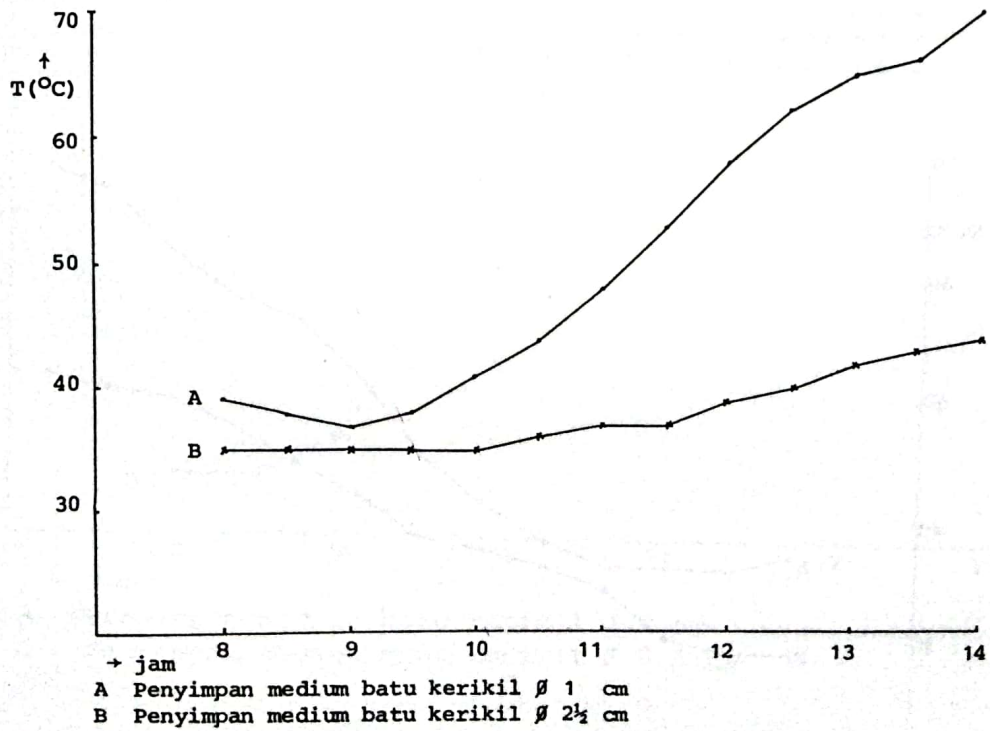
Dari penelitian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa penyimpanan dengan medium batu kerikil, diameter 1 cm mempunyai efisiensi cukup tinggi, untuk menyimpan energi matahari.

Pada penelitian ini tidak dilakukan berapa lama panas dapat disimpan dalam penyimpan. Lama penyimpanan panas ini akan berguna untuk penelitian isolasi apa yang baik untuk penyimpan ini. Isolasi yang baik akan mempertinggi efisiensi penyimpan energi.

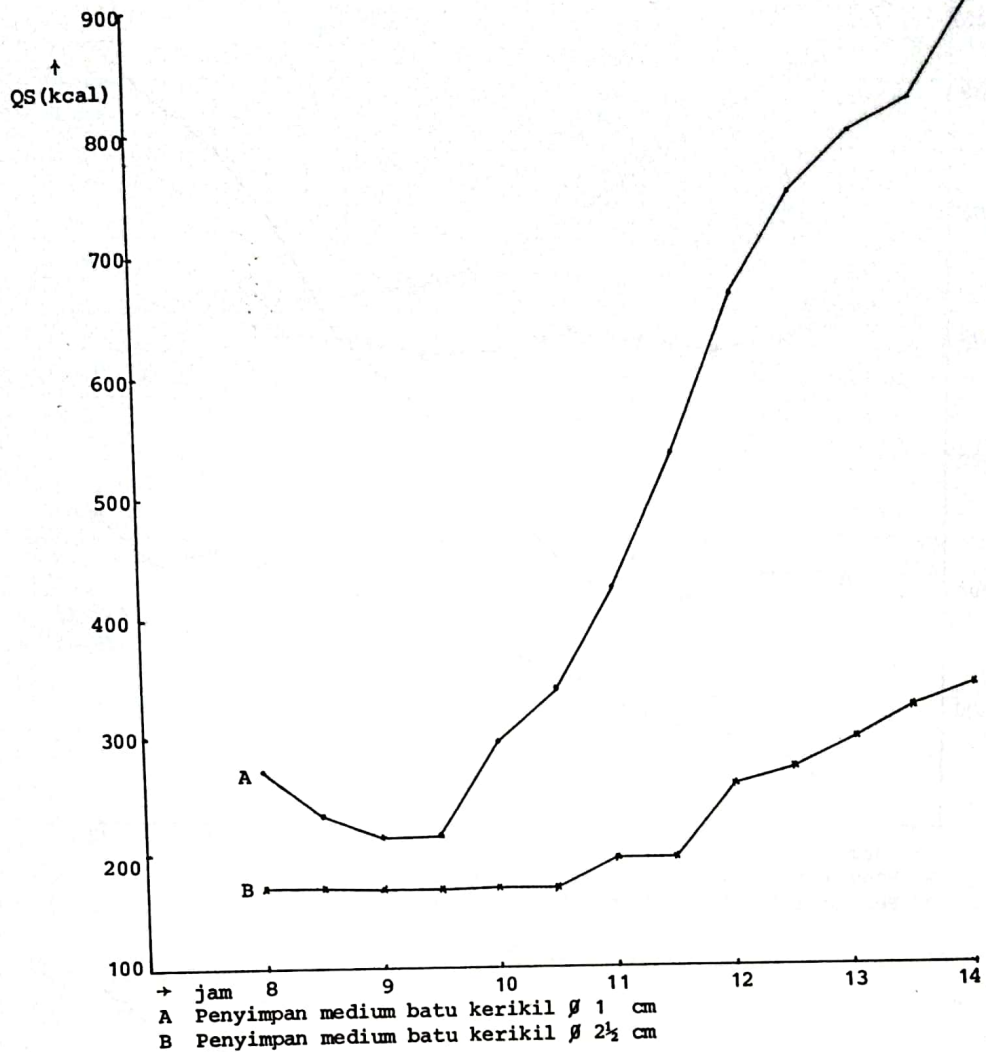
- - - - oo0oo - - - -



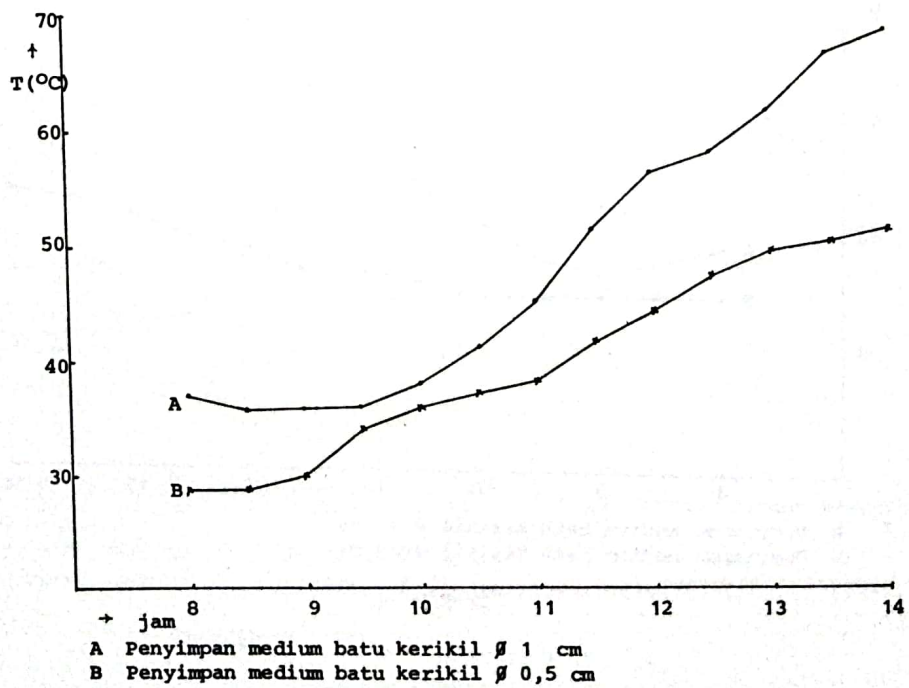
Grafik 3



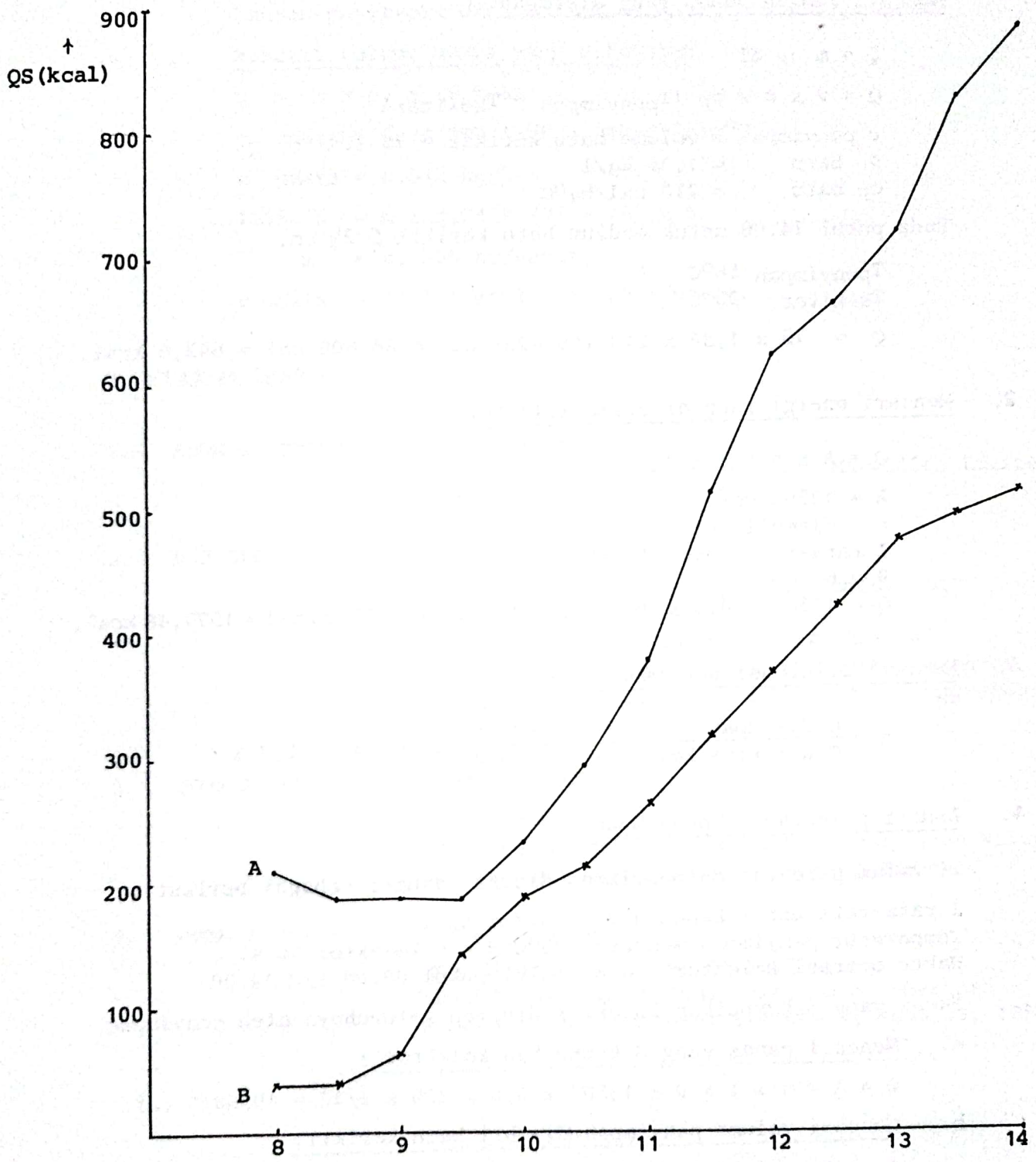
Grafik 4



Grafik 5



Grafik 6



→ jam
 A Penyimpanan medium batu kerikil ϕ 1 cm
 B Penyimpanan medium batu kerikil ϕ 0,5 cm

Grafik 7

CONTOH PERHITUNGAN

1. Mencari jumlah panas yang disimpan.

$$Q = m c_p dT$$

$$Q = v \times \rho \times c_p (T_{\text{penyimpan}} - T_{\text{sekitar}})$$

v penyimpanan = volume batu kerikil = 75 l.

ρ batu = 1,36 kg/l

c_p batu = 210 cal/kg°C

Pada pukul 14.00 untuk medium batu kerikil \emptyset 2½ cm.

$T_{\text{penyimpan}}$ 58°C

T_{sekitar} 28°C

$$Q = 75 \times 1,36 \times 210 (58 - 28) \text{ cal} = 642600 \text{ cal} = 642,6 \text{ kcal.}$$

2. Mencari energi yang diterima kolektor

$$Q = A \times \eta \times I \times \theta$$

A = 13500 cm²

η diambil 50 %

I rata-rata = 467,4 cal/cm²hari

θ = 6 jam

$$Q = 13500 \times 0,5 \times 467,4 \times 6/12 \text{ cal} = 1577480 \text{ cal} = 1577,48 \text{ kcal.}$$

3. Mencari efisiensi penyimpanan

$$\eta = \frac{Q \text{ disimpan}}{Q \text{ diterima kolektor}} = \frac{642,6}{1577,48} \times 100 \% = 40,7 \%$$

4. Asumsi perencanaan penyimpanan

Di dalam perencanaan penyimpanan diambil asumsi sebagai berikut :

I rata-rata untuk Bandung 325 cal/cm²hari

Temperatur penyimpanan mencapai 75°C dan η kolektor 50 %.

Waktu operasi kolektor 6 jam, mulai pukul 08.00 s/d 14.00

Panas yang dikumpulkan kolektor diserap seluruhnya oleh penyimpanan.

a. Mencari panas yang dikumpulkan kolektor :

$$Q = A \times \eta \times I \times \theta = 13500 \times 0,5 \times 325 \times 6/12 = 1096875 \text{ cal.}$$

b. Mencari volume penyimpanan (diambil batu kerikil)

c_p batu = 0,21 BTU/lb°F = 210 cal/kg°C (ref. 2)

ρ batu = 85 lb/cuft = 1,36 kg/l (ref. 2)

T sekitar = 25°C

$$Q = v \times \rho \times c_p \times (T_{\text{penyimpan}} - T_{\text{sekitar}})$$

$$1096875 = v \times 1,36 \times 210 (75 - 25)$$

$$v = 76,8 \approx 75 \text{ l.}$$

Ukuran penyimpan dibuat 37,5 cm x 37,5 cm x 53,5 cm

c. Mencari volume udara yang digunakan

$$Q = m \times c_p \times \Delta t \times \theta$$

$$c_p \text{ udara} = 0,24 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} = 240 \text{ cal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\rho \text{ udara} = 0,012 \text{ kg/l}$$

$$1096875 = m \times 0,24 \times (75 - 25) \times 6$$

$$m = 0,2339 \text{ kg/menit}$$

$$v \text{ udara} = 19,3 \text{ l/menit} \sim 20 \text{ l/menit.}$$

DAFTAR PUSTAKA

1. ALAN J. CHAPMAN : "Heat Transfer"
The Macmillon Company/Collier - Macmillon Limited,
London.
2. D.J CLOSE, GRAD I E AUST :
"Rock Pile Thermal Storage for Comfort Air
Conditioning"
Reprinted from the Mechanical & Chemical
Engineering Transactions of the Institution of
Engineers, Australia vol M C 1, no. 1, May 1965,
pp 11 -22.
3. JOHN A DUFFIE & WILLIAM A BECKMAN :
"Solar Energy Thermal Processes"
A Wiley Interscience Publication, John Wiley
and Sons New York, London, Sydney, Toronto.
4. JOHN J. Mc DOW and JAMES S. BOYD. :
"The Storage of Solar Energy"
Paper Presented at Anual meeting of American
Society of Agricultural Engineers, June 23, 1958.

- - - oo0oo - - -